

УДК 519.876.3:658.155:69

Развитие методов сетевого планирования и управления в приложении к анализу денежных потоков подрядчика в сфере строительства

Богатырёва В.В.¹, Костюкова С.Н.¹, Капусто А.В.²

¹Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

²Белорусский государственный университет

В Проекте Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2040 года разработана новая парадигма развития жилищного строительства, которая определяет задачи строительной отрасли в области создания инфраструктуры высокой комфортности жизни. «Стратегической целью развития жилищного строительства является обеспечение граждан качественным и доступным жильем с учетом их предпочтений и потенциала строительного комплекса» [1].

Цель статьи – изложить результаты исследования в приложении методов сетевого планирования и управления к анализу денежных потоков подрядчика и сроков их поступления от заказчика в сфере строительства.

Материал и методы. Материалом исследования послужили законодательные акты Республики Беларусь в области строительной деятельности, статистические данные показателей деятельности строительных организаций, планы и графики производства строительно-монтажных работ типовых объектов недвижимости. Методологическая основа работы: экономико-математическое моделирование, методы сетевого планирования и управления, сравнительный анализ, синтез.

Результаты и их обсуждение. В статье на примере реализации проекта по строительству одноэтажного каркасного коттеджа продемонстрированы возможности применения методов сетевого планирования и управления в сфере строительства. А именно, на основе технологической цепочки проекта построен сетевой график и определены временные параметры работ; исходя из сметной стоимости объекта рассчитана стоимость каждой из работ; определены сроки поступления денежных потоков от заказчика в зависимости от способа оплаты, зафиксированного в договоре (по факту выполненных работ и с отсрочкой платежа); наглядно продемонстрированы сроки выполнения строительно-монтажных работ и потоки платежей в привязке к выбранной временной шкале.

Заключение. Результаты данного исследования позволят подрядчику оценить наличие доступных собственных денежных средств и возможности привлечения заемного капитала как для реализации указанного проекта, так и для возможности заключения новых договоров подряда в будущем.

Ключевые слова: жилищное строительство, моделирование, сетевое планирование и управление, стоимость объекта, заказчик, подрядчик, анализ денежных потоков.

Development of Network Planning and Management Methods in the Application to the Analysis of the Contractor Cash Flows in the Sphere of Construction

Bogatyreva V.V.¹, Kostiukova S.N.¹, Kapusto A.V.²

¹Education Establishment "Vitebsk State P.M. Masherov University"

²Belarusian State University

The Draft National Strategy for Sustainable Development of the Republic of Belarus for the period up to 2040 has developed a new paradigm for the development of housing construction, which identifies the tasks of the construction industry in the field of creating a high-comfort infrastructure for living. "The strategic goal of the development of housing construction is to provide citizens with high-quality and affordable housing, taking into account their preferences and the potential of the construction complex" [1].

The purpose of the article is to present the results of the study in the application of network planning and management methods to the analysis of the contractor's cash flows and the timing of their receipt from the customer in the construction sector.

Material and methods. *The research material was legal acts of the Republic of Belarus in the field of construction sphere, statistics of construction companies, plans of construction and installation works of the standard real estate property. Economic and mathematical modeling, network planning and management methods, comparative analysis and synthesis were used.*

Findings and their discussion. *The article demonstrates the possibilities of applying network planning and management methods in the construction industry using the example of a design for the construction of a one-story frame cottage. Namely, based on the technological chain of the design, a network schedule is built and time parameters of work are identified; based on the estimated cost of the object, the cost of each type of the work is calculated; the timing of receipt of cash flows from the customer is determined depending on the payment method specified in the contract (upon the fact of work performed and with deferred payment); the timing of construction and installation works and payment flows in relation to the selected time scale are clearly demonstrated.*

Conclusion. *The results of the study will allow the contractor to assess the accessibility of available own funds and the possibility of attracting borrowed capital both for the implementation of the specified project and for the possibility of concluding new contracts in the future.*

Key words: *housing construction, modeling, network planning and management, object cost, customer, contractor, cash flow analysis.*

Сфера строительства является важной составляющей компонентой в обеспечении устойчивого и динамичного развития экономики страны. В Проекте Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2040 года перед данной отраслью поставлены задачи, направленные на достижение установленных стратегических целей. В области строительства промышленных объектов — это строительство комплекса по производству поликарбоната и нового производства АБС-пластиков, а также строительство цифровых подстанций и других новых производственных объектов. «Стратегическая цель социальной политики — повышение качества человеческого потенциала с достижением высоких стандартов жизни путем развития новых профессиональных компетенций и обеспечения достойных доходов населения, формирования современной инфраструктуры жизнедеятельности, включая ее интеллектуализацию» [1].

Статья является результатом научного исследования в области приложений экономико-математического моделирования к решению задач планирования и оценки финансовых потоков в сфере строительства.

В данном случае речь идет о возможностях и особенностях использования моделей и методов сетевого планирования и управления (СПУ). В частности, выявлены особенности, ограничивающие потенциал классических оптимизационных моделей сетевого планирования и управления в их применении к решению задач о сокращении сроков строительства за счет привлечения дополнительных вложений. Вместе с тем в работе наглядно продемонстрировано использование сетевого графика проекта и его расчетных характеристик для планирования денежных потоков и сроков их поступления от заказчика в зависимости от способа оплаты, зафиксированного в договоре.

Цель статьи — изложить результаты исследования в приложении методов сетевого планирования и управления к анализу денежных потоков подрядчика и сроков их поступления от заказчика в сфере строительства.

Задачи:

- раскрыть базовые понятия теории и очертить спектр классических моделей оптимизационных задач, решаемых методами СПУ;
- на примере строительства типового объекта жилой недвижимости продемонстрировать

возможности СПУ в планировании последовательности выполнения работ и расчетах срока выполнения как проекта в целом, так и отдельных работ;

– показать практическое применение СПУ к анализу денежных потоков подрядчика и сроков поступления от заказчика в сфере строительства.

Материал и методы. Материалом исследования послужили законодательные акты Республики Беларусь в области строительной деятельности, статистические данные показателей деятельности строительных организаций, планы и графики производства строительно-монтажных работ типовых объектов недвижимости.

Планирование процесса строительства объекта и оценка поступающих финансовых потоков по срокам и объемам являются необходимыми составляющими принятия решения о целесообразности заключения договора подряда для каждой строительной организации. Всесторонний анализ, позволяющий учесть собственные возможности, доступность заемного капитала, наличие и потребности в привлечении субподрядных организаций, реальные сроки поступления оплаты на всех этапах строительства, позволит выработать обоснованное заключение о привлекательности проекта, скоординировать действия по использованию собственных и заемных средств, передаче отдельных видов работ сторонним организациям.

Для проведения подобного рода анализа можно предложить моделирование с привлечением методов сетевого планирования и управления [2].

Классический подход к использованию моделирования с привлечением сетевого планирования и управления процесса предполагает несколько последовательных этапов. На первом этапе выполняется построение сетевого графика или линейной диаграммы Ганта. На втором этапе производится расчет критического пути (срока выполнения проекта) и промежуточных числовых характеристик по выполнению отдельных работ. На третьем этапе, в случае отсутствия дополнительных условий по срокам и ресурсам, составляется календарный график привлечения конкретных исполнителей к проведению отдельных работ проекта; в случае наличия определенных ограничений или специальных требований по сокращению сроков или вложению средств, строится оптимизационная модель и на основе выполненной оптимизации, обеспечивается реализация дополнительных условий при составлении календарного графика выполнения проекта.

В ряде научных исследований затрагивался вопрос о возможностях приложения сетевого планирования и управления к решению прикладных задач [3–5].

Остановимся на возможности использования СПУ в сфере строительства. В современных условиях, когда подрядчик вынужден вести строительство за собственные средства, в условиях отсрочки платежей заказчиком за выполненный объем работ, при ограниченных возможностях использования заемного капитала, а также учитывая распространенную практику привлечения субподрядчиков для выполнения отдельных работ, возникает необходимость не только в обычном календарном планировании процесса строительства, но и в оценке привлекательности выполнения проекта для подрядчика с учетом своих возможностей и обязательств заказчика [6–9].

Методы СПУ позволяют построить различные сценарии реализации проекта и определиться с принятием решения о целесообразности заключения договора.

Результаты и их обсуждение. С математической точки зрения сетевой график представляет собой ориентированный граф без петель и контуров, где множество вершин соответствует событиям, а множество дуг — работам.

Под работой понимают любой процесс, происходящий во времени. Все работы можно разделить на действительные, ожидания и фиктивные. Событие — это результат выполнения работ в него входящих, не имеет продолжительности и не потребляет ресурсов.

Рассмотрим описание последовательности работ при реализации типового одноэтажного каркасного коттеджа (таблица 1).

Сетевой график строительства объекта представлен на рисунке 1. Упорядочение вершин выполнено по алгоритму Фалкерсона. Для удобства при проведении расчетов числовых характеристик работ после построения сетевого графика принято использовать идентификаторы (i, j) , где i — номер начального события, j — номер конечного события.

К основным параметрам сетевого графика относятся: продолжительность выполнения всего проекта, времена свершения событий, сроки выполнения отдельных работ и их резервы времени.

Обозначим продолжительность выполнения работы (i, j) через t_{ij} .

Ранний срок $t_p(j)$ свершения события j — это самый ранний момент, к которому завершаются все работы, предшествующие этому событию.

Таблица 1 — Технологическая цепочка строительства одноэтажного каркасного коттеджа

Работа	Содержание работы	Предшествующие работы
A1	Разметка на местности (разбивка осей фундамента)	–
A2	Рытье котлованов под фундаменты	A1
A3	Устройство фундаментов	A2
A4	Возведение стен и перегородок	A3
A5	Устройство кровли (стропильная система, покрытие)	A4
A6	Первичная стяжка полов	A5
A7	Установка окон, дверей	A5
A8	Устройство инженерных сетей (водопровод, канализация, отопление, электропроводка, освещение)	A6
A9	Наружная отделка фасада (оштукатуривание, окраска, сайдинг)	A7
A10	Устройство потолков	A7, A8
A11	Отделочные работы (полы, стены, обои, окраска)	A10
A12	Сдача готового объекта заказчику	A9, A11

Примечание. Собственная разработка.

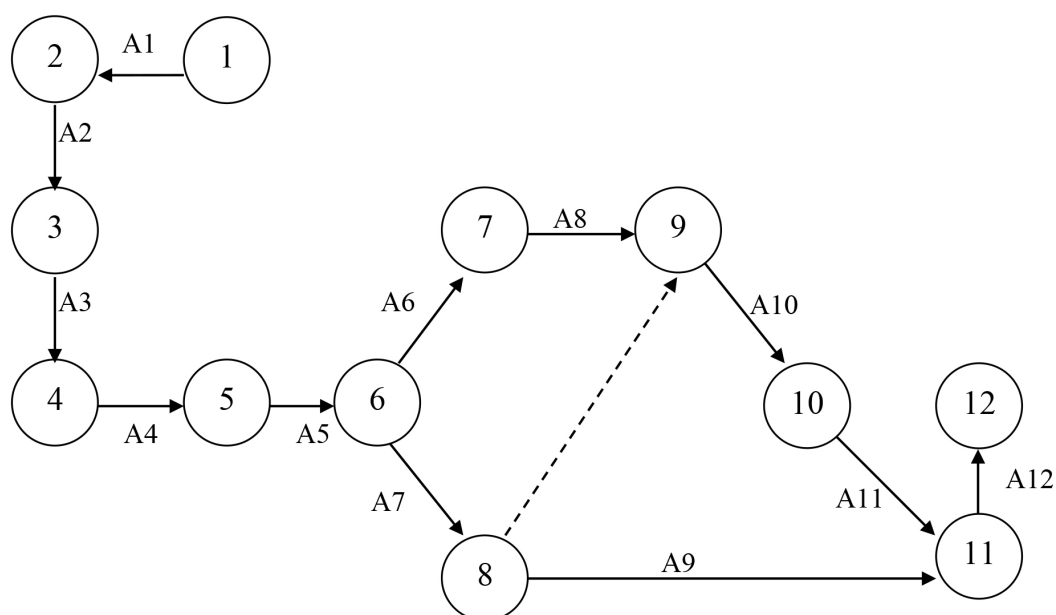


Рисунок 1 — Сетевой график проекта

Примечание. Собственная разработка.

Поздний срок $t_n(i)$ свершения события i — это самый поздний момент времени, после которого остается ровно столько времени, сколько необходимо для выполнения всех работ, следующих за этим событием. Для завершающего события N предполагается, что $t_n(N) = t_p(N) = t_{kp}$. Резерв времени $R(i)$ события i показывает, на какой предельно допустимый срок может задержаться свершение события i без нарушения срока наступления завершающего события: $R(i) = t_n(i) - t_p(i)$.

Ранний срок начала работы (i, j) — ранний срок свершения начального события данной работы, т.е. $t_{p.n.}(i, j) = t_p(i)$, тогда ранний срок окончания $t_{p.o.}(i, j)$ работы (i, j) есть сумма раннего срока свершения начального события и продолжительности работы. Поздний срок окончания работы (i, j) — поздний срок свершения конечного события данной работы, т.е. $t_{n.o.}(i, j) = t_n(j)$, в свою очередь поздний срок начала $t_{n.n.}(i, j)$ работы (i, j) представляет собой разность позднего

Таблица 2 – Сметная стоимость объекта

Показатель	Сумма, руб.
Сырье и материалы (М)	40000
Заработная плата	20000
Отчисления от заработной платы	7000
Эксплуатация машин и механизмов (ЭМ)	23500
Общепроизводственные и общехозяйственные расходы (78,64 % от ЗП)	15720,8
Итого полная себестоимость	106220,8
Плановая прибыль (70,75 % от ЗП)	14150
Сметная стоимость строительства объекта	120370,8

Примечание. Собственная разработка.

срока свершения конечного события и продолжительности работы.

Максимальный запас времени, на которое можно задержать начало работы или увеличить ее продолжительность при условии, что весь комплекс работ будет завершён в критический срок — полный резерв времени $R_n(i, j)$ работы (i, j) . Максимальный запас времени, на которое можно отсрочить или (если она началась в свой ранний срок) увеличить ее продолжительность при условии, что не нарушаются ранние сроки начала всех последующих работ — свободный резерв времени $R_c(i, j)$ работы (i, j) .

Вместе с тем, если каждая из работ сетевого графика имеет в качестве первоначальной характеристики только продолжительность выполнения, которую определяет подрядчик, то в итоге срок реализации проекта будет определен однозначно. Анализируя перечень дополнительных характеристик работ, можно сделать вывод, что при смещении сроков начала работ, не лежащих на критическом пути, подрядчик, в определенной мере, может построить календарный план, учитывая доступность собственных трудовых ресурсов, исходя из сопоставления с загруженностью по другим проектам. Однако, если требуется изменить продолжительность какой-либо работы за пределами вычисленных указанных резервов времени или передвинуть сроки начала, то в обязательном порядке потребуется пересчет как критического срока реализации проекта, так и всех остальных характеристик работ.

Рассмотрим практическое применение СПУ при принятии решения подрядчиком о целесообразности заключения договора подряда с заказчиком.

Договор подряда между заказчиком и подрядчиком заключается в соответствии с законодательством Республики Беларусь [10; 11]. Согласно договору, одна сторона (подрядчик) обязуется выполнить по заданию другой стороны (заказчика) определенную работу и сдать ее результат заказчику в установленный срок, а заказчик обязуется принять результат работы и оплатить его (уплатить цену работы).

Основными существенными условиями договора строительного подряда являются объем (состав) работ, цена и срок их выполнения.

Предположим, заказчик желает построить одноэтажный каркасный коттедж площадью до 120 м² в Минской области (далее — объект). Сметная стоимость рассматриваемого объекта представлена в таблице 2.

Детализация сроков выполнения работ и стоимость каждой работы представлены в таблице 3.

Детализация стоимости работ строительства объекта в разрезе статей затрат представлена в таблице 4.

В таблице 5 представлены временные параметры работ объекта согласно графику производства работ.

Срок строительства объекта составит 32 недели, критическими работами, в обозначениях через идентификаторы, являются (1,2), (2,3), (3,4), (4,5), (5,6), (6,7), (7,9), (9,10), (10,11) и (11,12), в исходных обозначениях — А1, А2, А3, А4, А5, А6, А8, А10, А11, А12. Только две работы А7 и А9 не лежат на критическом пути и имеют резервы времени. У работы А7 полный резерв составляет 6 недель, свободного резерва нет; у работы А9 полный и свободный резервы составляют по 6 недель.

Таблица 3 — Технологическая цепочка типового объекта строительства с указанием возможных сроков реализации и стоимости каждой работы

Работа	Идентификация работы по графику	Срок выполнения работ согласно графику производства работ, недель	Стоимость, руб.
A1	(1,2)	1	1422
A2	(2,3)	1	5843,9
A3	(3,4)	4	15687,8
A4	(4,5)	8	49063,4
A5	(5,6)	6	15109,8
A6	(6,7)	4	2422
A7	(6,8)	2	4265,9
A8	(7,9)	4	12609,8
A9	(8,11)	3	3843,9
A10	(9,10)	1	5765,9
A11	(10,11)	2	4339,9
A12	(11,12)	1	0
Итого	—	—	12037,43

Примечание. Собственная разработка.

Таблица 4 — Детализация стоимости работ строительства объекта, руб.

Работа	ЗП	ФСЗН	М	ЭМ	ОПР	ПП	Стоимость
A1	50	17,5	0	0	39,32	35,38	1422
A2	100	35	0	300	78,64	70,75	5843,9
A3	200	70	800	200	157,28	141,5	15687,8
A4	600	210	2000	1200	471,84	424,5	49063,4
A5	250	87,5	500	300	196,6	176,88	15109,8
A6	50	17,5	0	100	393,2	35,38	2422,2
A7	150	52,5	0	0	117,96	106,13	4265,9
A8	250	87,5	300	250	196,6	176,88	12609,8
A9	100	35	100	0	78,64	70,75	3843,9
A10	150	52,5	150	0	117,96	106,13	5765,9
A11	100	35	150	0	78,64	70,35	4339,9
A12	0	0	0	0	0	0	0
Итого	2000	700	4000	2350	1572,8	1414,63	120374,3

Примечание. Собственная разработка.

Линейная диаграмма Ганта, построенная с привлечением Ms Excel, представлена на рисунке 2.

Таким образом, использование методов СПУ позволило наглядно представить последовательность работ объекта, определить характеристики временных параметров.

Известные математические модели оптимизационных задач СПУ рассматривают вопросы оптимизации проекта по времени, оптимизации проекта по стоимости и оптимизации проекта по ресурсам.

Оптимизация проекта по времени, в классической постановке, предполагает использование дополнительных средств. В связи с этим рассматриваются две постановки задачи:

— оптимизация проекта по вложению дополнительных средств при фиксированном сроке выполнения;

Таблица 5 — Временные параметры работ строительства объекта

Работа	Идентификация работы	$t_{p.n.}$	$t_{p.o.}$	$t_{n.n.}$	$t_{n.o.}$	R_n	R_c
A1	(1,2)	0	1	0	1	0	0
A2	(2,3)	1	2	1	2	0	0
A3	(3,4)	2	6	2	6	0	0
A4	(4,5)	6	14	6	14	0	0
A5	(5,6)	14	20	14	20	0	0
A6	(6,7)	20	24	14	24	0	0
A7	(6,8)	20	22	26	28	6	0
A8	(7,9)	24	28	24	28	0	0
A9	(8,11)	22	25	28	31	6	6
A10	(9,10)	28	29	28	29	0	0
A11	(10,11)	29	31	29	31	0	0
A12	(11,12)	31	32	31	32	0	0

Примечание. Собственная разработка.

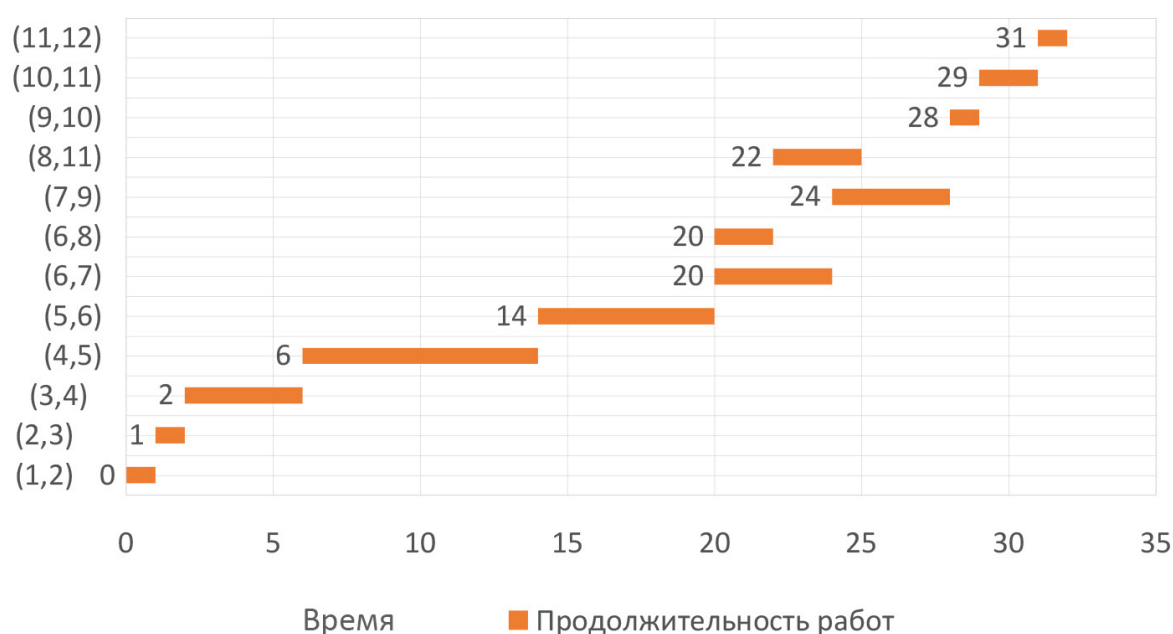


Рисунок 2 — Диаграмма Ганта

Примечание. Собственная разработка.

— оптимизация проекта по времени реализации при ограниченном вложении дополнительных средств.

Первая постановка задачи состоит в определении величины дополнительных вложений x_{ij} в отдельные работы проекта с тем, чтобы общий срок его выполнения не превышал заданной величины t_0 , а суммарный расход дополнительных средств был минимальным. Математическая модель принимает вид:

$$f(\bar{x}) = \sum_{(i,j) \in U} x_{ij} \rightarrow \min;$$

$$t_{i,N}^0 \leq t_o, \quad (i,N) \in U;$$

$$t_{ij}^o - t_{ij}^n \geq d_{ij}, \quad (i,j) \in U;$$

$$t_{ij}^o - t_{ij}^n = t_{ij} - k_{ij} \cdot x_{ij}, \quad (i,j) \in U;$$

$$t_{jr}^n \geq t_{ij}^o, \quad \text{для всех } i,j,r \in E;$$

$$t_{ij}^n \geq 0, \quad t_{ij}^o \geq 0, \quad x_{ij} \geq 0, \quad (i,j) \in U,$$

где x_{ij} — величины дополнительных вложений в соответствующие идентификаторы работы (i, j) проекта; t_{ij} — продолжительности работ; k_{ij} — технологические коэффициенты использования дополнительных средств; d_{ij} — минимально возможное время выполнения работы; t_{ij}^h и t_{ij}^o — время начала и окончания выполнения работ; E — множество событий соответствующего сетевого графика; U — множество работ сетевого графика.

В случае второго варианта постановки задачи требуется сократить срок выполнения проекта на сколько это возможно за счет вложения суммы дополнительных средств, не превышающей некоторой заданной величины P . Время выполнения каждой работы должно быть не меньше минимально возможного времени d_{ij} . Необходимо определить время начала t_{ij}^h и окончания t_{ij}^o каждой работы и величину дополнительных средств x_{ij} , которые нужно выделить на ускорение выполнения работы (i, j) .

Математическая модель задачи следующая:

$$\begin{aligned} t_{kp} &= t_{N-1, N}^0 \rightarrow \min; \\ \sum_{(i, j) \in U} x_{ij} &\leq P; \\ t_{ij}^o - t_{ij}^h &\geq d_{ij}, \quad (i, j) \in U; \\ t_{ij}^o - t_{ij}^h &= t_{ij} - k_{ij} \cdot x_{ij}, \quad (i, j) \in U; \\ t_{jr}^h &\geq t_{ij}^o, \quad \text{для всех } i, j, r \in E; \\ t_{ij}^h &\geq 0, \quad t_{ij}^o \geq 0, \quad x_{ij} \geq 0, \quad (i, j) \in U. \end{aligned}$$

При анализе возможностей использования данных оптимизационных задач для построения модели с целью сокращения срока строительства объекта, возникает закономерный вопрос о средствах для дополнительных вложений. Так как для всех работ определена их сметная стоимость, которая зафиксирована в проектно-сметной документации, то подрядчик, действуя рационально, не будет ускорять темп выполнения работ за свой счет. При наличии свободных трудовых ресурсов он сможет ускорить процесс, привлекая большее количество исполнителей и техники, но, не выходя за рамки, определенные по договору подряда в статье соответствующих расходов на выполнение конкретной работы.

Исходя из вышесказанного, модели оптимизации проекта по стоимости, в их общепринятой постановке, также не могут быть использованы в приложении к задачам планирования в строительной сфере.

Остановимся на математическом моделировании задачи оптимального распределения

ресурсов, которая является одной из важнейших задач планирования. При строительстве объекта к выполнению каждой работы привлекаются определенные специалисты и используются соответствующие материалы, что означает отсутствие потребности в одном и том же виде ресурса в процессе выполнения всех работ. Но если оценить выполнение каждой работы в денежном эквиваленте (стоимость материалов и заработная плата исполнителей), то можно получить задачу по оценке достаточности средств для строительства объекта, решение которой будет основано на анализе и сопоставлении сроков и стоимости проведения работ, наличии свободных средств у подрядчика, сроков поступления средств как по ранее выполненным договорам подряда, так и по текущему.

В данном исследовании рассмотрим вопрос определения сроков поступления средств при расчетах за выполненные работы.

В настоящее время практика расчетов между подрядчиком и заказчиком по реализованным договорам подряда предполагает использование одного из следующих способов оплаты: авансовый, по факту выполненных работ, и с отсрочкой платежа.

В договоре стороны согласовывают порядок сдачи-приемки выполненных строительных работ и порядок расчетов.

Сдача реализованных строительных работ подрядчиком и их приемка заказчиком оформляются путем составления акта сдачи-приемки работ и справки о стоимости выполненных работ и затратах, которые подписываются полномочными представителями сторон.

Акт сдачи-приемки работ и справку о стоимости выполненных работ и затратах заказчик обязан рассмотреть в срок, не превышающий 5 (пяти) дней с момента получения указанных документов от подрядчика. При отказе от подписания акта сдачи-приемки работ и справки о стоимости выполненных работ и затратах делается отметка об этом с указанием обоснованных причин и мотивов отказа от приемки работ.

При несогласии с данными, отраженными в представленных документах, заказчик возвращает их с мотивированным отказом в письменной форме в указанный срок. В этом случае подрядчик обеспечивает предъявление заказчику документов для оплаты стоимости выполненных строительных работ в той части, которая не оспаривается сторонами, а остальная часть подлежит оплате после урегулирования разногласий.

Таблица 6 – Даты поступления оплаты работ заказчиком при способах оплаты по факту выполненных работ и с отсрочкой платежа

Неделя с начала строительства	Дата начала недели	Выполняемые работы	Работы, заканчивающиеся к последнему числу текущего месяца	Стоимость работы, руб.	Ожидаемые поступления по способу оплаты по факту выполненных работ	Ожидаемые поступления по способу оплаты с отсрочкой платежа 60 дней
1	1 апреля	A1	A1	1422	–	–
2	8 апреля	A2	A2	5843,9	–	–
3–5	15 апреля	A3	–	–	–	–
6	6 мая	A3	A3	15687,8	–	–
7	13 мая	A4	–	–	–	–
8	20 мая	A4	–	–	7265,90	–
9–11	27 мая	A4	–	–	–	–
12	17 июня	A4	–	–	15687,80	–
13	24 июня	A4	–	–	–	–
14	1 июля	A4	A4	49063,4	–	–
15–19	8 июля	A5	–	–	–	7265,90
20	12 августа	A5	A5	15109,8	–	–
21–22	19 августа	A6,A7	–	–	49063,4	15687,8
22	26 августа	A6,A7	A7	4265,9	–	–
23	2 сентября	A6,A9	–	–	–	–
24	9 сентября	A6, A9	A6	2422	–	–
25	16 сентября	A8, A9	A9	3843,9	19375,7	–
26–27	23 сентября	A8	–	–	–	–
28	07 октября	A8	A8	12609,8	–	–
29	14 октября	A10	A10	5765,9	6265,9	49063,4
30	21 октября	A11	–	–	–	–
31	28 октября	A11	–	4339,9	–	–
32	04 ноября	A12	A12	0	–	–
33–36	18 ноября	–	–	–	18375,7	19375,7
37	9 декабря	–	–	–	–	–
38	16 декабря	–	–	–	4339,9	6265,9
39–42	23 декабря	–	–	–	–	–
43–46	20 января	–	–	–	–	18375,7
47	17 февраля	–	–	–	–	4339,9
Итого	–	–	–	120374,3	120374,3	120374,3

Примечания: 1. Собственная разработка.

2. В данной таблице объединены строки, соответствующие неделям, для которых не изменяется перечень выполняемых работ и поступление денежных средств происходит в ту неделю, которая содержит 20-е число месяца.

Документы, являющиеся основанием для расчетов между сторонами, представляются подрядчиком заказчику не позднее 5-го числа месяца, следующего за отчетным.

Оплата выполненных работ за текущий месяц производится на основании акта выполненных работ и затратах в срок, указанный в договоре. В нашем примере не позднее 15 (пятнадцати) дней после приемки работ в порядке, определенном договором, путем перечисления заказчиком денежной суммы, указанной в названном акте работ и затратах, на р/с подрядчика.

Далее отдельное внимание в данной работе уделим анализу денежных потоков подрядчика и сроков их поступления от заказчика в зависимости от выбранного способа оплаты строительно-монтажных работ.

В настоящее время авансовый вариант проведения платежей на практике встречается крайне редко. Рассмотрим два других случая поступления платежей от заказчика: по факту выполненных работ и с отсрочкой платежа.

Пусть строительство объекта начато 1 апреля (понедельник). В таблице 6 представлены ожидаемые моменты поступления средств при выполнении работ объекта, причем акт выполненных работ должен быть подписан до 5 числа месяца, следующего за отчетным для оплаты до 20 числа следующего месяца, а начало всех работ соответствует раннему сроку, определенному по методу критического пути. Заметим, что поступление денежных средств предполагается в ту неделю, которая содержит 20-е число месяца.

В таблице 6 представлены поступления денежных средств от заказчика по двум способам оплаты: по факту выполненных работ и с отсрочкой платежа 60 дней. При первом способе оплаты подрядчик первый платеж получит до 20 мая, в то время как вся сумма будет выплачена заказчиком за 38 недель. Хотя по договору подряда срок составил 32 недели.

При втором способе за счет отсрочки платежей заказчиком — первое поступление средств подрядчику произойдет до 20 июля на 16-й неделе реализации объекта. В итоге период получения средств от заказчика будет смещен и окончательный расчет произойдет на 47-й неделе.

Это означает, что на протяжении всего периода строительства подрядчику требуется самостоятельно финансировать строительство объекта согласно графику производства работ, что в свою очередь требует эффективного управления денежными потоками: иметь собственные средства

и в случае необходимости привлекать заемный капитал [8].

Заключение. Таким образом, сетевые модели позволяют наглядно представить последовательность выполнения работ, рассчитать сроки начала и окончания работ, детализировать временные промежутки, когда смещение сроков начала и окончания работ не приведет к затягиванию сроков строительства объекта. Вместе с тем классические оптимизационные модели СПУ не адаптированы к специфике деятельности строительной организации, так как сокращение сроков строительства с использованием собственных средств невыгодно подрядчику и не учитывают физическую сущность процессов ведения строительных объектов (одновременное ведение нескольких объектов, выполнение работ по частям, объекты как начинаются, так и заканчиваются в конкретном году).

В данной работе представлено дополнение возможностей классической модели СПУ по оценке сроков выполнения как проекта в целом, так и входящих в него работ, сроками поступления денежных средств за выполненные работы исходя из принятых соглашений заказчиком и выбранного способа оплаты и установленного порядка расчетов.

На основании того, что сроки строительства определены проектно-сметной документацией, закреплены графиком производства работ и при отсутствии форс-мажорных обстоятельств не подвержены смещению, главным вопросом для подрядчика становится организация эффективного управления денежными потоками. В связи с этим возникает потребность в наличии рабочих моделей, позволяющих оценить достаточность собственных средств для начала строительства на период до первого поступления средств от заказчика. На этой стадии строительства потребуется финансирование объекта по определенному перечню выполняемых работ, которое при отсутствии свободных собственных средств повлечет необходимость обращения за заемным капиталом и, в свою очередь, проведение оценки выгоды заемного капитала при условии выплаты процентов по кредиту. Кроме того, потребуется умение делить затраты на переменные и постоянные и выполнять оценку их влияния на финансовые результаты деятельности подрядчика.

Обозначенные выше проблемы определяют направления будущего научного исследования и соответствуют оптимизационным моделям поставленных задач перед строительной отраслью

в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2040 года.

Литература

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2040 года // Официальный сайт Министерства экономики Республики Беларусь. — URL: https://economy.gov.by/ru/onpa_minec-ru/view/opublikovan-dlja-obschestvennogo-obsuzhdenija-proekt-nsur-2040-49526/.
2. Сакович, В.А. Исследование операций (детерминированные методы и модели): справ. пособие / В.А. Сакович. — Минск: Выш. шк., 1985. — 256 с.: ил.
3. Шориков, А.Ф. Методика оптимизации инвестиционного проектирования на основе сетевого моделирования и ее приложения / А.Ф. Шориков, Е.В. Буценко // Вестник Пермского университета. — 2015. — Вып. 4(27). — С. 62–70.
4. Баркалов, С.А. Модель оптимального распределения ресурсов при сетевом планировании и управлении / С.А. Баркалов, С.И. Моисеев, А.Ю. Глушков // XIII Всерос. науч.-практ. конф. — Самара, 2020. — С. 13–18.
5. Букалова, А.Ю. Сетевое планирование при автодорожном строительстве / А.Ю. Букалова, Г.Э. Букалов // Инженерный вестник Дона. — 2019. — № 6. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/setevoe-planirovanie-pri-avtodorozhnom-stroitelstve/viewer>. (дата обращения: 17.05.2025).
6. Богатырёва, В.В. Управление конкурентоспособностью строительных организаций: сущность, направления совершенствования, зарубежный опыт / В.В. Богатырёва, С.Н. Костюкова // Российский экономический интернет-журнал. — 2016. — № 4. — С. 1–19.
7. Костюкова, С.Н. Методологические основы оценки эффективности деятельности строительной организации / С.Н. Костюкова, О.С. Голубова. — Минск: БНТУ, 2019. — 220 с.
8. Капусто, А.В. Методика оценки капитала строительной организации для реализации проекта / А.В. Капусто, С.Н. Костюкова, Н.А. Пашкевич // Журнал Белорусского государственного университета. Серия: Экономика. — 2022. — № 2. — С. 43–52.
9. Капусто, А.В. Финансовое планирование деятельности подрядчика в условиях неопределенности / А.В. Капусто, С.Н. Костюкова // Новая экономика: науч.-теор., науч.-практ., науч.-метод. журнал. — 2021. — № 2. — С. 61–66.
10. Гражданский кодекс Республики Беларусь. Статья 696. — Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=hk9800218> (дата обращения 15.05.2025).
11. Кодекс Республики Беларусь об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности: утв. 17 июля 2023 г. № 289-З — URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=Hk230028> (дата обращения: 25.05.2025).

Поступила в редакцию 22.07.2025